

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR
MADERA Y MUEBLES DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO**

ACOSTA FONTALVO LUIS CARLOS

MOSQUERA QUISAO ANTONIO RAFAEL

OLIVO CANTILLO KATHERINE



**UNIVERSIDAD DE LA COSTA –CUC
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BARRANQUILLA, ATLÁNTICO**

2015

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR
MADERA Y MUEBLES DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO**

ACOSTA FONTALVO LUIS CARLOS

MOSQUERA QUISAO ANTONIO RAFAEL

OLIVO CANTILLO KATHERINE

TRABAJO DE GRADO

TUTOR:

SINDY JOHANA MARTÍNEZ MARÍN

COTUTOR:

NATALY PUELLO PEREIRA



**UNIVERSIDAD DE LA COSTA –CUC
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BARRANQUILLA, ATLÁNTICO**

2015

NOTA DE ACEPTACIÓN.

PRESIDENTE DEL JURADO.

JURADO.

JURADO.

BARRANQUILLA, SEPTIEMBRE DE 2015

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Dios, por ser el motor de nuestras vidas y derramar la sabiduría necesaria para llevar a feliz término esta investigación.

Al Señor Carlos Manjarrez por abrir las puertas de su empresa al vínculo universidad-empresa, servir de entorno para nuestro aprendizaje y aportar de manera invaluable a nuestra formación integral.

A las ingenieras Sindy Martínez Marín y Nataly Puello, por compartir sus conocimientos, experiencia y su valiosa retroalimentación en el desarrollo de esta investigación.

GRACIAS.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	13
3.1 Objetivo General.....	13
3.2 Objetivos Específicos	13
4. ESTADO DEL ARTE	14
5. MARCO TEÓRICO	17
5.1 Estudio del trabajo.....	17
5.2 Plan maestro de producción (MPS por su sigla en inglés)	19
5.3 Pronósticos.....	21
6. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	22
6.1 Misión Corporativa	22
6.2 Visión Corporativa	22
6.3 Actividad Económica	22
6.4 Proceso Productivo.....	22
8. RESULTADOS	26
8.1 Estudio del trabajo	26
8.2 Plan Maestro de Producción	28
8.3 Análisis de Escenario.....	32
9. ESTRATEGIAS DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD	34
10. CONCLUSIONES.....	35
11. TRABAJOS FUTUROS	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Pronóstico de la demanda año 2015.....	29
Tabla 2. Factores de ponderación	29
Tabla 3. Pronostico semanal de la demanda año 2015.	29
Tabla 4. Cálculos señal de rastreo	30
Tabla 5. Plan Maestro de producción (MPS) año 2015.....	30
Tabla 6. Sobrecarga de la producción.	31
Tabla 7. MPS Propuesto Año 2015	31

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, gracias al desarrollo de la tecnología y avances científicos, las empresas mantienen una lucha permanente por lograr mayores niveles de productividad y responder oportunamente a un mercado cada vez más exigente y competitivo. Para esto, las empresas basan sus esfuerzos en la eficiente utilización de los recursos y operaciones del proceso productivo, con la finalidad de mantener la estandarización y el control para garantizar el cumplimiento de las especificaciones y requerimientos de los clientes.

Las empresas del sector madera en Colombia, a pesar de ser en su mayoría PYMES, presentan crecimiento y expansión hacia la competitividad sectorial, desempeñando un papel fundamental al convertirse en proveedores potenciales de grandes comercializadoras de estos productos y nivelando las fuerzas del mercado entre la oferta y la demanda. Este sector industrial, caracterizado por pequeños comerciantes que se dedican a la compra y venta de madera, y en otros casos, a la producción y comercialización de muebles, presenta como particularidad que los comerciantes inician la actividad productiva sin la conciencia de los efectos de esta actividad, es decir, basan sus esfuerzos productivos en el lucro económico e ignoran factores de competitividad necesarios para propiciar la dinámica de crecimiento a nivel empresarial e industrial, dinámica que debe basarse en estrategias de innovación que fortalezcan los parámetros de calidad, funcionalidad, diseño y practicidad de los productos y servicios asociados (Pérez & Villalobos, 2010).

Así mismo, a nivel local, estas empresas han adquirido conocimientos empíricos producto del quehacer cotidiano en cada uno de sus actividades y procesos, lo cual se han mantenido en el mercado de alta competencia. Sin embargo, la experiencia por sí misma, no se convierte en un factor generador de ventaja competitiva cuando los requerimientos de la demanda son cada vez más exigentes en términos de diseño, calidad, eficiencia productiva, costos, durabilidad, rentabilidad, entre otros; y la oferta (competencia), responde agresivamente a estas necesidades con el objetivo de crear monopolios y posicionamiento en el mercado (Rosso & Caruso, 2000).

De acuerdo a lo anterior, estas condiciones no son particulares a este sector industrial, dado que con base en investigaciones consultadas, se concluye que estas condiciones de informalidad operativa y gerencial son generales para las empresas PYMES en Colombia

(Martínez & Arango, 2012), independientemente de la actividad económica a la que se dedican y en la cual desarrollan sus sistemas de producción. La consecuencia inmediata de esta deficiencia es el desconocimiento de la dinámica industrial en un ambiente de alta competencia internacional (Martínez et al., 2015). Lo anterior se refleja en problemas asociados a la calidad de los productos, innovación en productos y procesos, y precios competitivos en el mercado (FELIZZOLA & LUNA, 2013).

Esta situación se convierte en una oportunidad para el desarrollo de estudios que aporten conocimientos técnicos a las empresas y les permita optimizar los recursos disponibles en pro del mejoramiento productivo y organizacional, considerando los actuales problemas que las empresas del sector industrial de fabricación de muebles presentan en términos de eficiencia operativa, productividad, seguridad industrial y calidad de productos y servicios asociados. Cada uno de estos inconvenientes, son consecuencias del problema principal ocasionado por la informalidad de desarrollo del sector y el desconocimiento de la dinámica industrial en un mercado de crecimiento, expansión y alta competencia a nivel local, nacional e internacional. (Departamento Nacional de Planeación, 2007)

Este trabajo presenta un caso de estudio de mejoramiento del sistema productivo en una empresa del sector muebles en el departamento del Atlántico, a través de la implementación de metodologías de la Ingeniería Industrial que requieren del compromiso de la alta gerencia para el monitoreo, control y creación de estrategias de crecimiento productivo y competitivo.

El trabajo se inicia con un diagnóstico general en la empresa caso de estudio, obteniendo como resultado que se presentan deficiencias a nivel operativo y gerencial. De acuerdo a la priorización de estas debilidades, se encuentra que el departamento de producción es el más afectado, y analizando de manera particular este subsistema, se evidencian deficiencias asociadas a las operaciones y procesos, así como debilidades en aspectos relacionados a ergonomía, higiene y seguridad industrial. Estas debilidades son la causa de problemas relacionados con la poca competitividad de los productos en términos relacionados con calidad, restricciones de cuellos de botella, funcionalidad, costos de producción, reproceso y desperdicio de recursos de producción.

Para superar estas debilidades, se centra la atención en dos aspectos fundamentales para el mejoramiento del sistema productivo: el estudio del trabajo y el diseño del plan maestro de producción, trabajo arduo debido a la falta de identificación y estandarización de operaciones y procesos. Los resultados de esta investigación son significativos para el mejoramiento del sistema productivo, particularmente con la reducción de tiempos de producción, tiempos de espera, cuellos de botella, costos de producción, inventarios y demoras en las operaciones y procesos, al igual, que el aumento de la capacidad productiva con recursos productivos constantes y la capacidad de direccionamiento estratégico evaluada en el interés de los administradores por la adopción de las políticas de mejoramiento productivos propuestas.

Este trabajo se encuentra organizado de la siguiente forma. En el primer capítulo, encontramos un primer capítulo donde se describe la identificación del problema. Seguidamente, el segundo capítulo contiene la justificación de este estudio y en el tercero se plantean los objetivos de esta investigación. Posteriormente, en el cuarto capítulo se presenta el estado del arte con aportes investigativos a nivel mundial, nacional y regional que contribuyen al mejoramiento de sistemas productivos, organizacional y competitivo del sector madera.

El quinto capítulo contiene el marco teórico que soporte esta investigación y el sexto las generalidades de la empresa caso de estudio. Continuando en el séptimo capítulo el diseño metodológico cuyos resultados se presentan en el capítulo ocho, Finalmente, los capítulos 9, 10 y 11, contienen las estrategias del mejoramiento de la productividad, conclusiones y los trabajos futuros, respectivamente.

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Las empresas se enfrentan continuamente a una serie de variables que restringen su productividad y afecta considerablemente el nivel de competencia en el mercado al que pertenecen. Estas variables están relacionadas con aspectos netos de producción como la materia prima, operaciones y procesos, maquinarias, recurso humano, entre otros aspectos derivados del direccionamiento estratégico. En Colombia, el sector madera está conformado por un sinnúmero de pequeñas y medianas empresas de carácter informal; dicha condición, se debe a que aún existe en este mercado la cultura de la carpintería (Maya & Urdinola, 2014); por lo general, estas unidades económicas poseen procesos ineficientes al carecer de una compleja organización y diseño en la forma de realizar las actividades de fabricación y por ende, se genera gran cantidad de trabajo improductivo, fallas en la sincronización de los elementos y herramientas que intervienen durante el proceso, movimientos innecesarios del personal, paradas de producción, entre otros factores que se traducen en bajos niveles de productividad (Cardona Henáo, 2013).

La empresa caso de estudio se ajusta a todas las condiciones y características anteriormente mencionadas, presentando deficiencias a nivel operativo y gerencial, al no contar con procesos estandarizados y mano de obra calificada; además, la capacidad de producción no es suficiente para responder a los volúmenes de demanda existente y no cuentan con un plan de producción que garantice la utilización eficiente de los recursos y la minimización de costos. Esto se ve reflejado en niveles bajos de productividad al compararse con empresas del sector que comparten similitudes y características, pero que cuentan con procesos formales y estandarizados de producción.

La problemática anteriormente mencionada es producto del desconocimiento de la dinámica del sistema del sector madera por parte de las empresas, con el desarrollo informal de los procesos administrativos y productivos, como consecuencia asociada.

Por esta razón, es pertinente la implementación de herramientas del área de la Ingeniería Industrial para apoyar el mejoramiento productivo de estas empresas e incrementar los niveles de competitividad sectorial. A partir de esta problemática surge la pregunta: **¿Qué técnicas de producción conllevan al mejoramiento del sistema productivo de las pymes fabricantes de muebles?**

2. JUSTIFICACIÓN

Todas la industrias, sin importar el su tamaño, con frecuencia presentan problemas que afectan directamente su productividad, las cuales se relacionan frecuentemente con la materia prima, el recurso humano, maquinaria o simplemente con la manera en que son llevados a cabo sus procesos productivos; es por ello que siempre deben estar en constante cambio o emplear procesos de mejora continua. (Cardona Henáo, 2013)

El sector madera en Colombia, está enmarcado por pequeñas y medianas empresas que realizan la actividad productiva con el objeto de obtener un lucro económico, sin considerar los por mayores que implica la realización de dicha actividad. Por esta razón, al pertenecer a un mercado de alta competencia, se hace necesario un ambiente productivo de constate cambio e innovación de los productos y servicios asociados, resaltando la calidad, funcionalidad, diseño y practicidad de los mismos (Pérez & Villalobos, 2010).

Debido a la informalidad de los procesos y desconocimiento de la dinámica del sector madera, muchas de estas empresas, presentan deficiencias productivas. Tal es el caso de la empresa caso de estudio, en la cual se evidencia mala distribución en sus áreas de trabajo y una inadecuada ubicación de las mismas. A su vez, no posee las herramientas y mecanismos necesarios para llevar a cabo un plan de producción que permita la planeación, programación y control de cada una de las actividades propias del proceso productivo, y la optimización de los recursos en búsqueda de la eficiencia operativa y productiva.

El estudio de cada uno de estos problemas, nos permite identificar las principales causas que los originan, de tal manera que se puedan proponer alternativas de solución para minimizarlos o eliminarlos. Por tal motivo, la realización de este estudio resulta de gran importancia porque permitirá encontrar soluciones correctivas a las irregularidades presentes en los procesos de la empresa en estudio y que afectan directamente los niveles de producción, organización y distribución. De esta forma, se pueden establecer estrategias que generen a la empresa mejoramiento productivo y óptimas condiciones de trabajo, como medida inicial para el aumento de los índices de competitividad empresarial.

Por otra parte, esta investigación servirá como referencia para aquellas empresas que presentan problemas similares en cuanto a sus procesos productivos (MIPYMES), de tal manera que contribuya al mejoramiento de los mismos y a su vez aumenten los niveles de productividad, competitividad y rentabilidad, constituyendo una gran oportunidad para la visión del desarrollo sustentable del sector madera, a través de los procesos de investigación.

Es por esto, que con la realización de esta investigación se brinda un mapa de posibilidades para que las MIPYMES comiencen a implementar herramientas de la ingeniería industrial para el mejoramiento de la productividad y la eficiencia de recursos encaminando su proceso organizacional hacia la satisfacción de la demanda a través de la entrega de productos de excelente calidad a precios competitivos en el mercado nacional e internacional.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Mejorar las condiciones del sistema productivo de una empresa del sector madera y muebles del departamento del Atlántico a través de herramientas para la estandarización y control de procesos.

3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar un diagnóstico del sistema productivo de la empresa objeto de estudio a partir de su línea principal de producción.
- Implementar herramientas del estudio del trabajo que permitan la estandarización de los tiempos y procesos del sistema productivo.
- Elaborar y validar un plan maestro de producción que facilite la programación y control de la producción en la línea principal del sistema a partir del análisis de escenarios.
- Proponer estrategias de mejora que permitan a la empresa estudio mejorar sus niveles de productividad.

4. ESTADO DEL ARTE

Las empresas se enfrentan continuamente a una serie de problemas que restringen su productividad y afectan considerablemente el nivel de competencia en el mercado al que pertenecen. Estas problemáticas asociadas a la falta de compromiso de la dirección, la limitación de recursos financieros y de personal, la resistencia al cambio, la ausencia de una cultura de mejora continua, y sobre todo, la carencia de implementación de metodologías que midan, evalúen y mejoren el desempeño y eficiencia de los procesos productivos, traen como consecuencias la mala organización y deficiencias en el desarrollo de las operaciones y procesos (FELIZZOLA & LUNA, 2013).

Debido a la situación anterior, se hace importante que las organizaciones diariamente centren sus esfuerzos en implementar estrategias de innovación y crecimiento productivo y empresarial, que combine factores de direccionamiento estratégico gerencial, y estandarización y control de los sistemas productivos que generan valor para la organización. En los países más desarrollados, la tendencia que se impone es concentrar todos los esfuerzos en la planta de producción para garantizar la fabricación de productos con altos niveles de competitividad en el mercado y eficiencia productiva para la empresa.

La realidad para la mayoría de empresas pertenecientes al sector de fabricación de muebles es otra, debido a que conservan métodos de trabajos artesanales y se niegan a mejorar estos métodos tradicionales con la implementación de herramientas, técnicas y metodologías direccionadas al mejoramiento productivo de estas empresas, a causa del fenómeno de resistencia al cambio. Lo anterior se convierte en la principal barrera restrictiva para la realización de estudios e investigaciones en Pymes del sector muebles a nivel nacional y regional.

Sin embargo, se han desarrollado diversas investigaciones direccionadas a reducir y solucionar los problemas de productividad que presentan las empresas del sector madera y muebles a nivel nacional e internacional. En este sentido, a nivel internacional se destaca la investigación realizada por Del Solar et al., (2008), quienes a través del diseño e implementación de plan maestro de producción, obtuvieron la reducción de costos con base en la demanda y su relación con las variables de capacidad productiva, fuerza laboral e inventarios, manteniendo un número máximo de operarios permanentes con independencia del nivel de demanda y producción al menor costo.

Por su parte, Acuña et al., (2002) aplicaron la metodología justo a tiempo, logrando reducir el nivel de inventario, tiempos de entrega y costos de fabricación, y el aumento de la calidad del proceso, mejoramiento y control de la producción y organización en la relaciones con proveedores y clientes. Siguiendo esta idea, Peláez (2009) empleó la metodología 5S para eliminar los desperdicios, a través de la capacitación del personal en técnicas de mejora continua, obteniendo de esta manera mayor rendimiento en el trabajo y la utilización eficiente de las maquinarias, así como la sincronización de las áreas de trabajo.

A nivel país, en Colombia el mayor porcentaje de empresas en el sector madera y muebles son Pymes, que por su condición de pequeña y mediana empresa, comparten deficiencias operativas y gerenciales a causa de la informalidad en cada uno de los procesos y subsistemas. Lo anterior asocia productos con bajos niveles de competitividad en mercados internacionales con debilidades en factores de producción, innovación, calidad, diseño, funcionalidad, costos de producción, entre otros (Maya & Urdinola, 2014). Además, autores coinciden en afirmar que este eslabón representa un factor preponderante en la cadena productiva de las regiones, especialmente de la Región Caribe, donde es considerado como el de mayor importancia, crecimiento y expansión debido a las oportunidades de crecimiento que presenta con el mejoramiento productivo de las empresas, a través de la asociación en clúster regionales y nacionales para el posicionamiento competitivo (Pérez & Villalobos, 2010; Salas, 2011).

De acuerdo con los anterior, se han desarrollados diversos estudios e investigaciones a nivel nacional que muestran el mejoramiento productivo de las empresas del sector madera y muebles como un factor de crecimiento industrial generador de ventaja competitiva. Entre estos, se resalta el estudio realizado por Tejada y Rondan (2003), y Ortiz y Villareal (2011), con la implementación de estudios del trabajo en este tipo de empresas con resultados importantes en la reducción de los niveles de desperdicios, reproceso, tiempo de producción y ocio, y optimización de recursos. Así mismo, con la estandarización del trabajo y los métodos de producción, se mejoró significativamente las deficiencias relacionadas con políticas de inventarios, calidad de productos y cumplimiento de los requerimientos y especificaciones del cliente.

Por su parte, (Cardona Henáo, 2013) implementó un estudio de tiempos con el cual logro reducir las operaciones que no son productivas dentro del proceso y la cantidad de trabajo innecesario que producen procesos ineficientes. De igual forma, (Reyes, 2013) enfocado en

el mejoramiento y fortalecimiento del sistema productivo de empresas del sector madera y muebles, desarrolló un estudio de métodos y tiempos y propuso la implementación de un sistema de fabricación basado en la producción justo a tiempo, enfocado a la eliminación de los tiempos de espera en las diferentes fases de proceso de fabricación y los cuellos de botellas ocasionados por producto en proceso. Esta estrategia la complementó con sistemas MRP que permitiera la planeación y control con la producción, a fin de cumplir con la promesa de fecha de entrega y cantidades requeridas por los clientes.

Adicionalmente, Saldarriaga (2013) aplicó la metodologías de las 5'S en una línea de fabricación de muebles, logrando obtener un ambiente de trabajo ordenado, limpio, seguro y agradable que fuese facilitador del trabajo diario y además eliminara reproceso y desperdicios, redujera el costo y tiempo de producción y aumentara los niveles de calidad de los productos y servicios asociados.

Otra de metodologías estudiadas para el mejoramiento del sistema productivo fue implementada por Galvis et al., (2009) con la aplicación de la combinación de seis sigma con lean manufacturing, cuyos resultados fueron positivos en la estandarización del proceso, planeación y control de la producción y reducción de inventarios.

De acuerdo a lo expuesto en la literatura se concluye que las Pymes dominan al sector caso de estudio y que éstas cuentan con características particulares que interfieren en el mejoramiento del sistema productivo, como lo es la informalidad organizacional y operativa, falta de métodos de trabajo y organización de planta de producción, y la capacidad tecnológica, razón por la cual sus procesos son muy artesanales y requieren de mayor cantidad de tiempo que procesos y operaciones optimizadas.

De igual forma, la literatura reporta crecimiento de investigaciones relacionadas con esta temática y campo de acción, permitiendo el mejoramiento de los sistemas productivos de empresas de estas características a través de técnicas y metodologías propias de la ingeniería industrial como lo es el estudio de métodos, estudio de tiempos, diseño de planes maestros de producción, lean manufacturing y seis sigma, entre otros.

5. MARCO TEÓRICO

Una de las funciones de la ingeniería industrial en las empresas es la utilización eficiente de los recursos y el mejoramiento de los métodos de trabajo para lograr el aumento de la productividad con optimización de recursos.

Para el cumplimiento del objetivo de este trabajo, se aplicaron metodologías de la Ingeniería Industrial cuyo marco conceptual se presenta de manera general a continuación:

5.1 Estudio del trabajo

El estudio del trabajo es definido por la Organización Internacional del trabajo como una herramienta para mejorar la productividad de una empresa mediante la reorganización del trabajo, comprende varias técnicas en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo.

Siguiendo el libro de la ((OIT), 1996) como referencia principal de esta sección, el estudio de métodos “es el registro y examen crítico y sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de proponer y ejecutar mejoras”.

Con este tipo de estudio se analiza de qué manera se están ejecutando las actividades, para simplificar o mejorar el método, reducir el trabajo innecesario o excesivo y las operaciones que no generan valor al proceso (actividades improductivas).

Inicialmente, se selecciona y caracteriza la problemática a mejorar, registrando los hechos en gráficos y diagramas. Luego, se revisa la dimensión y alcance del proyecto para evaluarlo, teniendo en cuenta elementos tales como: propósito, personas, medios, sucesión y lugar, de tal manera, que pueda proponerse una mejor forma de realizar el trabajo.

Para esto, se utilizan diferentes tipos de diagramas, entre los que sobresalen por su aplicabilidad los siguientes: diagrama de proceso, diagrama de recorrido, diagrama de actividades múltiples y diagrama bimanual.

El diagrama de proceso es una representación gráfica de los acontecimientos que se producen durante una serie de acciones u operaciones, con el objetivo de analizar los costos ocultos, reducir la cantidad y duración de las demoras, traslados y almacenamientos.

Los símbolos que se utilizan para este son: almacenamientos, operaciones, transportes, demoras e inspecciones.

Ahora bien, el diagrama de recorrido es definido como la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Sirve para mostrar las secuencias de un producto, un operario o una pieza.

Por su lado, el diagrama bimanual registra la sucesión de hechos, mostrando las manos y a veces los pies del operario en movimiento o en reposo, por lo general con referencia a una escala de tiempos.

Los diagramas de actividades múltiples se utilizan para registrar la secuencia en que se llevan a cabo las actividades de un operario y la máquina que tenga a su cargo. Así mismo, ayuda a conocer el tiempo invertido por el hombre y el utilizado por las máquinas.

Para representar la trayectoria de los trabajadores, la maquinaria o materiales durante una sucesión determinada de hechos se utiliza el diagrama de hilos. Este al igual que el diagrama de recorrido sirve para medir las distancias con la ayuda de un hilo.

Por otra parte, el estudio de tiempos es definido como “una técnica empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes de una tarea definida” que sirve de ayuda para conocer los tiempos improductivos y el tiempo que demora el trabajador para realizar una actividad”. Los materiales a utilizar para este estudio son: cronometro, tableros y formatos de registro de los datos observados.

Para el estudio de tiempos, la ((OIT), 1996) inicialmente propone seleccionar el trabajo que ha de ser objeto de estudio, descomponiendo las actividades del mismo en elementos y realizar la toma de tiempos usando la técnica más apropiada. Luego, se convierten los tiempos observados en básicos, se determina la velocidad a la que el trabajador realiza las operaciones y se calculan los suplementos necesarios para calcular el tiempo básico, estableciendo de esta forma el tiempo estándar de fabricación de una unidad.

Una vez delimitados y descritos los elementos, se empieza el cronometraje. Para esto se utilizan dos métodos: vuelta cero y acumulativo. En el primer método, al terminar el primer elemento se hace volver el segundero a cero y se pone de nuevo en marcha para cronometrar el siguiente elemento, sin detener el reloj. Bajo el segundo método, se toma el tiempo de manera ininterrumpida, es decir, se pone en marcha al principio del primer elemento y no se detiene hasta terminar el estudio.

El tiempo medio observado se obtiene sumando todos los tiempos promedios correspondientes a cada actividad. Con este dato se determina el tiempo básico¹, relacionando los valores del tiempo medio observado, ritmo tipo² y el valor del ritmo observado³; así mismo, el tiempo básico más los suplementos por contingencia, descanso o políticas de la empresa, da lugar al cálculo del tiempo normal.

Los estudios de tiempo deben hacerse en lo posible con varios trabajadores calificados, evitando en lo posible a los muy lentos o muy rápidos, evitando sesgos en los resultados del proceso de valoración del ritmo de trabajo. El trabajador elegido debe tener la experiencia, conocimientos y otras cualidades para efectuar el trabajo, según las normas de calidad y seguridad.

5.2 Plan maestro de producción (MPS por su sigla en inglés)

El Plan Maestro de Producción (MPS, por su sigla en inglés) es un plan de entrega para la organización manufacturera que incluye las cantidades exactas y los tiempos de entrega para cada producto terminado. Este plan se deriva de estimaciones y pronósticos de demanda combinados con las restricciones de fabricación (capacidad de producción) y el inventario de producto terminado (Sipper & Robert, 1998).

Una vez se ha diseñado el MPS, es necesario realizar un control que verifique que la capacidad de producción es acorde con lo planteado y que no existen desviaciones con relación al plan.

Las estimaciones de demanda se obtienen a través de pronósticos de demanda a corto plazo o largo plazo (Heizer & Barry, 2004). Para esto, es necesario conocer si la demanda del producto presenta comportamientos de demanda dependiente o independiente; productos con demanda dependiente implica que la producción de un artículo depende de la producción de otros, mientras que un producto con demanda independiente básicamente hace referencia al producto final (Sipper & Robert, 1998)

¹ El tiempo básico es el tiempo que se tarda un trabajador en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo.

² El ritmo tipo es el ritmo normal de trabajo del obrero calificado motivado siguiendo un método de trabajo especificado.

³ El ritmo observado es la comparación subjetiva entre el ritmo al que el trabajador observado ejecuta la operación y la idea que tiene el observador de ese ritmo.

Existen dos tipos de pronósticos: pronósticos cualitativos y pronósticos cuantitativos. Los pronósticos cualitativos están sujetos a la intuición, a la subjetividad y experiencias de la persona encargada de la toma de decisión. Las técnicas más utilizadas son: juicio de expertos, método Delphi y composición de la fuerza de ventas (Gaither & Fraizer, 2001). En cambio, para los pronósticos cuantitativos se emplean modelos matemáticos que se apoyan en datos históricos para pronosticar la demanda. Dentro de los métodos más comunes se encuentran: series de tiempo, promedios móviles simples y ponderados, suavización exponencial y regresión lineal con mínimos cuadrados (Sipper & Robert, 1998); (Gaither & Fraizer, 2001)

En el diseño del MPS es indispensable conocer la capacidad de producción del proceso que se entiende como el máximo nivel que puede producir la empresa, considerando los recursos disponibles (Gaither & Fraizer, 2001); (Heizer & Barry, 2004) Establecen que esta capacidad está ligada a factores como la eficiencia del 8 operario, la velocidad de la máquina, la necesidad de preparación de la máquina, la frecuencia de los cambios de producción (tamaños de lotes) y las paradas por mantenimiento.

En el proceso de revisión de la literatura relacionada a los sistemas productivos del sector de fabricación de muebles, se aprecia que en los países más desarrollados se está imponiendo la tendencia de concentrar todos los esfuerzos de producción a la fabricación de productos con niveles altos de calidad Fuente especificada no válida. En este sentido, entre las investigaciones realizadas para combatir los problemas de productividad en empresas del sector madera y muebles, se destacan: Del solar et al., (2008) con la implementación de planes maestros de producción que permitieron la disminución de costos, fuerza laboral e inventarios, siendo consideradas variables de éxito en la planeación y control de la producción. Acuña et al., (2002) aplicaron la metodología justo a tiempo para reducir los niveles de inventarios, tiempos de entrega y costos de fabricación, proporcionando al sistema productivo el mejoramiento de la calidad de los productos y procesos, la facilidad en el control de la producción y el establecimiento de exitosas relaciones comerciales con proveedores y clientes.

Ratificando lo mencionado al inicio de este estudio, (Maya & Urdinola, 2014) evidenciaron en su investigación que gran porcentaje de las empresas pertenecientes al sector maderero son Pymes que carecen de formalidad operativa y gerencial en cada uno de sus procesos, debido a la informalidad del sector industrial al que pertenecen. Lo anterior se evidencia en las empresas en problemas asociados a la calidad, innovación en productos y procesos, y precios competitivos en el mercado. Para superar esta deficiencia, en los estudios de (Tejada & Rondan, 2003) y (Ortíz Ríos & Villareal Díaz, 2011) se aplicó el estudio del

trabajo, reduciendo el tiempo de producción y los recursos consumidos en estos procesos a través de la estandarización de operaciones y procesos y al mejoramiento del sistema de inventarios. Por su parte, (Cardona Henáo, 2013) implementó un estudio de tiempos para reducir las operaciones improductivas y el trabajo innecesario que conllevan a procesos ineficientes. Lo anterior evidencia que las empresas del sector madera y muebles cuentan con pocas bases en capacidad tecnológica, lo que conlleva a 9 procesos de transformación artesanales que afectan la optimización del proceso, la efectividad del mismo y la calidad de los productos.

5.3 Pronósticos

El pronóstico es una técnica en la que se utilizan datos pasados con la finalidad de predecir los futuros. Existen varios tipos de pronósticos utilizados dependiendo el propósito y el sistema. Algunos modelos son a largo plazo, que se emplean para planes estratégicos y toma de decisiones de compras y ventas a largo plazo. Los de corto plazo son utilizados para la programación y puesta en marcha de la producción (Heizer & Barry, 2004).

Teniendo en cuenta la situación y la información con la que cuente la empresa, hay dos enfoques para pronosticar: análisis cualitativo y análisis cuantitativo, (Heizer & Barry, 2004). Los pronósticos cualitativos están sujetos a la intuición, a la subjetividad y experiencias de la persona que toma la decisión. Las técnicas utilizadas para este tipo de pronóstico son: juicio de expertos, método Delphi y composición de la fuerza de ventas.

En los pronósticos cuantitativos se emplean modelos matemáticos que se apoyan de datos históricos para pronosticar la demanda, estos actúan bajo dos categorías: modelos de serie de tiempo y asociativos. En esta categoría se encuentran: promedios móviles, suavización exponencial, proyección con tendencia y regresión lineal.

Para determinar qué tan preciso es el pronóstico, se recomienda utilizar una señal de rastreo que mide la precisión del pronóstico con base en los valores reales, (Anderson, Sweney, & Williams, 2004). La señal de rastreo se calcula como la suma corriente de los errores de pronóstico (RSFE) dividida entre la desviación media absoluta. Por su parte, la desviación media absoluta (MAD) es la diferencia numérica entre la demanda pronosticada y la real, (Adam & Ebert, 1991).

6. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

De acuerdo a lo estipulado en la Ley MIPYME 590 del 2000, la empresa objeto de estudio es considerada como una microempresa debido a que cuenta con menos de 20 trabajadores.

6.1 Misión Corporativa

Somos una empresa de fabricación y comercialización de productos en madera que busca satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes en cuanto a calidad, precio, variedad y servicio, con un alto grado de compromiso para promover el mejoramiento de la calidad de vida de nuestro personal, apoyar la innovación tecnológica y el desarrollo de nuevos productos y generar progreso y rentabilidad a la empresa.

6.2 Visión Corporativa

Ser empresa líder en la producción y comercialización de productos de madera a nivel regional en términos de calidad, precio, variedad, servicio y reconocimiento por nuestros clientes.

6.3 Actividad Económica

La microempresa caso de estudio pertenece al Sector de industrias de la madera, ya que se dedica a la producción de muebles y accesorios para el hogar a base de madera, entre sus principales líneas de fabricación se destacan: juego cuarto, closet, juego de sala y multimuebles.

6.4 Proceso Productivo

La empresa caso de estudio, carece de un proceso de producción específico y estandarizado para cada línea de producto, es decir, generalmente utiliza la misma secuencia de actividades para elaborar un producto (ver Anexo 1). En este proceso, en la madera como materia prima inicialmente se realizan las operaciones de trazado y corte, dándole el grosor y forma de acuerdo a las especificaciones de diseño del cliente. Una vez disponibles todas las piezas, se procede al proceso de pulido con el fin de reducir

asperezas e imperfecciones; de esta forma se van unificando cada una de ellas para armar el producto. Luego de esta operación, el producto en proceso es trasladado al área de macillado⁴, donde se eliminan todos los orificios presentes en la madera. Terminada esta etapa, el producto continúa hacia la zona de preparación; en esta área, se le aplica una capa de base de pintura y luego se traslada a la sección de pintado, utilizando para esta operación laca, barniz o tintilla, según requerimientos del cliente. Finalmente, el producto se debe secar para su posterior empaque y embalaje.

⁴ El Macillado es una operación que consta en eliminar las polillas y mal formaciones de la materia prima, mediante la macilla, esta se elabora con la viruta más fina de la madera y pegante.

7. METODOLOGÍA

El trabajo se inicia con un diagnóstico general en la empresa caso de estudio. Para esta fase, se realizó entrevistas estructuradas al propietario y algunos empleados (Anexo 9); lo reportado en estas entrevistas se comprobó por medio de observación directa y se obtuvo como resultado que se presentan deficiencias y debilidades a nivel operativo y gerencial.

Estas debilidades se categorizan por departamentos dentro de la empresa y se priorizan por medio de diagramas causales, siendo el departamento de producción el más afectado dentro de esta etapa. Seguido a esto, se estudia de manera independiente el subsistema de producción y se encuentran debilidades asociadas a las operaciones y procesos, así como deficiencias en aspectos relacionados a ergonomía, higiene y seguridad industrial. Se establece que estas debilidades son la causa de problemas relacionados con la poca competitividad de los productos en aspectos relacionados con calidad, innovación, funcionalidad y costos de producción, y en los procesos con restricciones de cuellos de botella, reproceso y desperdicio de recursos de producción.

Gracias a un análisis Pareto, se concluye que las operaciones y procesos directamente relacionados con el área de producción asocian el mayor porcentaje de los problemas relacionados al sistema de producción de la empresa en mención. Para dar solución a estos aspectos, se inicia la implementación de metodologías de la ingeniería industrial relacionadas con el estudio del trabajo, seleccionando la línea de producción de closets para la aplicación de estas técnicas y metodologías debido a que es el producto con más demanda y el que representa mayor peso económico para la organización.

Como resultado de esta primera intervención se proponen ideas simples de reestructuración de la planta de producción, al igual que la estandarización de actividades y operaciones dentro del proceso, permitiendo establecer un tiempo estándar en la fabricación de un producto en particular. Con este resultado, fue posible establecer la capacidad de producción real de la empresa, es decir, conocer con los parámetros actuales, cuántas unidades tiene la empresa capacidad de producir en un determinado periodo de tiempo, y con este nuevo dato, desarrollar e implementar el MPS.

La implementación del plan maestro de producción toma información de pronósticos de demanda que son combinados con la capacidad de producción de la empresa para determinar la necesidad del manejo de inventarios y el nivel de stocks de seguridad de los productos asociados a la línea de producción en estudio. Este plan se valida con el análisis

de escenarios que presentan cambios en el comportamiento de la demanda, facilitando el proceso de toma de decisiones estratégicas que mitiguen los efectos negativos de la alteración de variables del entorno y conduzcan a las organizaciones hacia la estabilidad en el mercado y el aumento de la productividad y de la competitividad empresarial y sectorial.

8. RESULTADOS

SISTEMA DE MEJORAMIENTO PRODUCTIVO

Mediante la realización de esta investigación se obtuvo resultados significativos que contribuyen al mejoramiento productivo y económico de la empresa caso de estudio, debido al mejoramiento de las condiciones del área de trabajo, estandarización de procesos, minimización de cruces de líneas y redistribución de la planta. Lo anterior se logra con la implementación de un estudio de trabajo, donde se identificaron diversas irregularidades en el proceso, que se corrigieron a través de la realización de diagramas analíticos y de recorridos. Como resultado se obtuvo un flujo constante en la elaboración del closet y se eliminaron operaciones y demoras innecesarias. Además, mediante el estudio de tiempo se logró calcular el tiempo estándar que emplea la elaboración un producto.

Por otra parte, se logra aumentar la capacidad del proceso y se obtiene un aumento del 50% en el tiempo de respuesta para entrega de los pedidos, gracias a la implementación y desarrollo de un plan maestro de producción, que permitió controlar el cuello de botella presente en el proceso y minimizar los inventarios incurridos en la producción. Este plan maestro fue validado a través del análisis de escenarios, con el objeto de responder a la demanda en aquellos periodos del año en que ésta tiende a variar.

Los resultados mencionados se detallan a continuación:

.

8.1 Estudio del trabajo

Los resultados de la implementación del estudio del trabajo demuestran mejoras significativas en el proceso productivo con la reducción del número de operaciones improductivas asociadas a demoras y transportes; además, se minimizó el cruce de líneas de producto en proceso y las distancias recorridas por el producto, generando flujo constante en la producción.

Sólo con la implementación de las técnicas de diagrama analítico y diagrama de recorrido (Anexos 2 - 5), se observó aumento de la producción aproximadamente del 50%, pasando de una capacidad de producción de 18 a 27 unidades de producto.

El mejoramiento significativo de la capacidad de producción se debe al cambio en los métodos y programación del trabajo, puesto que anterior a esta intervención, se realizaba una sola operación por día; por ejemplo, un día el corte, y al día siguiente se realiza la operación de pulido, y así sucesivamente, generando demoras y propiciando un ambiente de errores para la calidad del producto. Con esta propuesta, las demoras en el proceso de producción se redujeron de 20 a 1.

$$\% \text{ productividad} = \frac{\text{Cap actual} - \text{Cap anterior}}{\text{Cap anterior}} * 100$$

$$\% \text{ productividad} = \frac{27 \text{ closet} - 18 \text{ closet}}{18 \text{ closet}} * 100$$

$$\% \text{ productividad} = 50 \%$$

Luego de los resultados obtenidos en el estudio de métodos, se procede a realizar estudio de tiempos para determinar un tiempo estándar en la fabricación de un producto. Para esto, el proceso productivo se divide en los siguientes elementos de medición: elaboración, preparación, pintado, empaque y embalaje.

El cálculo del tiempo básico, se estableció considerando la escala de valoración del ritmo del trabajo propuesta por la OIT (1996) con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo básico} = \frac{\text{Tiempo medio observado} \times \text{Factor de clasificación}}{\text{básico ponderado normal}}$$

$$\text{Tiempo básico} = \frac{4,08 \text{ h} * 125}{100}$$

$$\text{Tiempo básico} = 5,1 \text{ h}$$

Por tanto, el tiempo requerido para la elaboración de una unidad de producción a un ritmo normal es de 5.1 horas. Al ajustar este tiempo a un tiempo estándar que contenga los suplementos legales y los asignados por políticas empresariales, se aumenta el tiempo de producción por unidad a 6.12 horas.

Con este tiempo, se halla la capacidad del proceso por cada elemento de trabajo, concluyendo que bajo las condiciones actuales, la capacidad de producción no es suficiente

dar cumplimiento a la demanda, debido a que la fase de elaboración restringe la producción, convirtiéndose en un cuello de botella al permitir la fabricación de tan solo 3 closets diarios, mientras que en las demás actividades son 11, 35, 100 y 400 respectivamente. Debido a esto, los operarios de las demás áreas del proceso deben esperar en promedio 3 horas. Para solucionar este inconveniente, se propuso reasignar los operarios de las áreas de empaque y embalaje al área de elaboración.

Al comparar el proceso actual versus el propuesto, se demuestra una mejora significativa en cuanto al sistema productivo de la empresa, ya que con la metodología implementada, los operarios se sienten más cómodos al realizar sus labores y no se suspenden las operaciones de pulido al realizar las actividades de pintado, la empresa pasa de producir aproximadamente 120 closet en 3 meses, a fabricar dicha cantidad en un mes, reduciendo un tiempo de producción de 2 meses.

8.2 Plan Maestro de Producción

Para la realización del MPS, se toma como datos históricos la demanda del año 2014 y se realiza pronósticos de demanda para el año 2015 por el método de Promedio Móvil Ponderado. Los resultados de esta implementación se presentan en la Tabla 1 y 2

Tabla 1. Pronóstico de la demanda año 2015.

PRONOSTICO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2015												
METODO: PROMEDIO MOVIL PONDERADO												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA REAL	112	80	95	100	115	85	80	90	85	120	90	95
PRONOSTICO DE LA DEMANDA	98	98	96	97	97	97	97	97	97	97	97	97

Tabla 2. Factores de ponderación

FACTORES DE PONDERACIÓN				TOTAL
40%	30%	20%	10%	100%
Mes	Mes	Mes	Mes	
1	2	3	4	

Los valores pronosticados para la demanda de cada mes, se dividen equitativamente por semanas, ya que el propietario no tiene definidas políticas de inventarios ni de producción, cuyos resultados se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Pronostico semanal de la demanda año 2015.

PRONOSTICO SEMANAL DE LA DEMANDA DE CLOSETS PARA EL AÑO 2015												
MES	ENERO: 98				FEBRERO: 98				MARZO: 96			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRONOSTICO SEMANAL	25	25	24	24	25	25	24	24	24	24	24	24
MES	ABRIL: 97				MAYO: 97				JUNIO: 97			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRONOSTICO SEMANAL	25	24	24	24	25	24	24	24	25	24	24	24
MES	JULIO: 97				AGOSTO: 97				SEPTIEMBRE: 97			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRONOSTICO SEMANAL	25	24	24	24	25	24	24	24	25	24	24	24
MES	OCTUBRE: 97				NOVIEMBRE: 97				DICIEMBRE: 97			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRONOSTICO SEMANAL	25	24	24	24	25	24	24	24	25	24	24	24

Para medir el error en el pronóstico se utilizó la señal de rastreo y como resultado se obtuvo que el método empleado funciona adecuadamente, ya que los valores resultantes se encuentran dentro de los límites de rastreo de (± 4), como se muestra a continuación en la tabla 4:

Tabla 4. Cálculos señal de rastreo

MES	AT	FT	ERROR DE PRONOSTICO	Σ ERROR PRONOSTICO	MAD	ERROR NORMAL	RSFE	TS
1 ENERO	105	98	7	7	7,00	7	7	1
2 FEBRERO	88	98	10	17	8,5	-10	-3	-0,35
3 MARZO	98	96	2	19	6,3	2	-1	-0,15

Con base en la capacidad de producción y en los pronósticos de demanda, se diseña el MPS para un periodo de 6 meses. Para esto, se considera además que no existe inventario inicial. Los resultados se presentan en la Tabla 5, donde se puede observar que se presenta un faltante al final de la primera semana y que este valor va aumentando en promedio 6 closets semanalmente.

Tabla 5. Plan Maestro de producción (MPS) año 2015

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2015												
MES	ENERO: 98				FEBRERO: 98				MARZO: 96			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEMANDA	25	25	24	24	25	25	24	24	24	24	24	24
INV. INICIAL	0	-7	-14	-20	-26	-33	-40	-46	-52	-58	-64	-70
PRODUCCION	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
INV. FINAL	-7	-14	-20	-26	-33	-40	-46	-52	-58	-64	-70	-76
MES	ABRIL: 97				MAYO: 97				JUNIO: 97			
SEMANAS	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DEMANDA	25	24	24	24	25	24	24	24	25	24	24	24
INV. INICIAL	-76	-83	-89	-95	-101	-108	-114	-120	-126	-133	-139	-145
PRODUCCION	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
INV. FINAL	-83	-89	-95	-101	-108	-114	-120	-126	-133	-139	-145	-151

La situación anterior ocasiona pérdida de clientes por no cumplimiento con los pedidos, debido a que el número de faltantes aumenta semana a semana considerablemente con una sobrecarga semanal del 35%. Los resultados expuestos se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Sobrecarga de la producción.

SOBRECARGA DE LA PRODUCCIÓN												
MES	ENERO: 98				FEBRERO: 98				MARZO: 96			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEMANDA	25	25	24	24	25	25	24	24	24	24	24	24
CAP. PROD.	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
% SOBR.	38,8	38,8	33,3	33,3	38,8	38,8	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
MES	ABRIL: 97				MAYO: 97				JUNIO: 97			
SEMANAS	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DEMANDA	25	24	24	24	25	24	24	24	25	24	24	24
CAP. PROD.	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
% SOBR.	38,8	33,3	33,3	33,3	38,8	33,3	33,3	33,3	38,8	33,3	33,3	33,3

Para mitigar estos efectos, se propone como estrategia para aumentar la capacidad del proceso, aumentar el número de operarios en el área de elaboración, reasignando el personal de las áreas con mayor tiempo ocioso (empaques y embalaje). Al evaluar esta estrategia en el MPS se tiene que, a pesar de que aumenta los inventarios iniciales de las primeras 10 semanas, se logra satisfacer la demanda correspondiente a la semana 11, no siendo necesaria la producción ese día, como se evidencia en la Tabla 7.

Tabla 7. MPS Propuesto Año 2015

PRONOSTICO SEMANAL DE LA DEMANDA DE CLOSETS PARA EL AÑO 2015												
MES	ENERO: 98				FEBRERO: 98				MARZO: 96			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEMANDA	25	25	24	24	25	25	24	24	24	24	24	24
INV. INICIAL	0	2	4	7	10	12	14	17	20	23	26	2
PRODUCCION	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	0	27
INV. FINAL	2	4	7	10	12	14	17	20	23	26	2	5
MES	ABRIL: 97				MAYO: 97				JUNIO: 97			
SEMANAS	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DEMANDA	25	24	24	24	25	24	24	24	25	24	24	24

INV. INICIAL	5	7	10	13	16	18	21	24	0	2	5	8
PRODUCCION	27	27	27	27	27	27	27	0	27	27	27	27
INV. FINAL	7	10	13	16	18	21	24	0	2	5	8	11

Para validar los resultados de la implementación del MPS, se propone a continuación el análisis de escenarios, considerando cambios en la demanda y analizando el comportamiento del sistema ante la alteración de esta variable y la respuesta del mismo ante la acción de estrategias.

8.3 Análisis de Escenario

Con este nuevo mecanismo de producción, la empresa ahorrará 2 semanas de trabajo en el primer periodo del año 2015 y se redujo el tiempo ocioso de los operarios con la reasignación de áreas. Es de anotar que aunque estas condiciones la capacidad del proceso es eficiente, debe evaluarse escenarios para generar estrategias ante cambios en la demanda y otros parámetros que afecten la producción. De acuerdo a lo anterior, en el análisis de escenarios se plantea la situación de aumento de la demanda en 30% (156 closets). Para dar solución a esta eventualidad, se evaluaron dos estrategias: contratar un nuevo operario y aumentar a 11 horas la jornada de trabajo.

- **Estrategia 1: Contratación de un nuevo operario.**

Se contrata un nuevo operario para trabajar en la operación de elaboración; en esta etapa del proceso es donde se presenta el cuello de botella por ser la que más tiempo requiere. De esta forma, en las 3 primeras horas del día inician la jornada laboral 4 operarios en el proceso de elaboración, incluyendo además los operarios del proceso de empaque y embalaje, reasignado como recurso de apoyo. De esta manera, al transcurrir las tres primeras horas de la jornada se tendrán producidos 4 closets, los cuales pasaran a la siguiente operación (preparación).

Cabe recordar que los operarios encargados del empaque y embalaje, solo apoyaran la operación de elaboración durante las 3 primeras horas de la jornada; quiere decir, que en el resto del día solo estarán dos operarios en esta actividad y por ende, antes de finalizar la jornada de trabajo, se elaboraran 4 closets más, para un total de 8 closets en todo el día.

Aunque se aumente la capacidad de la operación de elaboración a 8 closets diarios, aún sigue siendo la fase restrictiva del proceso y por ende la producción diaria estará limitada a 8 closets diarios o 172 mensuales.

Por lo anterior, se deduce que el proceso responde de oportunamente a una futura demanda de 156 closets, ya que se tendría la capacidad de producir hasta 172 unidades cada mes.

Finalmente, es importante destacar que al aplicar esta estrategia, la organización incurre en un mayor gasto, ya que se aumenta el pago de la nómina por haber contratado un nuevo operario.

- **Estrategia 2: Extender la jornada de trabajo a 11 horas.**

Teniendo en cuenta que en una jornada de trabajo de 8 horas se producen aproximadamente 5 closet, se propone extender la jornada a 11 horas (de 06:00 am a 06:00 pm), con el fin de aumentar la cantidad de closets que se pueden producir en un día. Con esto, se estaría pasando de producir 5 closets a producir 7 en una jornada de trabajo de 11 horas, para un total de 168 unidades aproximadamente en un mes.

Al igual que la primera estrategia planteada, se estaría cumpliendo con la demanda del mercado, sin reasignación de operarios. Es relevante destacar que con esta metodología se generan gastos adicionales por el pago de horas extras a los empleados. Así mismo, es importante resaltar que al trabajar 11 horas diarias, se puede ver afectado el rendimiento del operario a causa de la fatiga o desgaste que le puede generar el trabajo, y por ende se podrá ver afectada la producción en general.

9. ESTRATEGIAS DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

Para mantener los niveles de productividad de la empresa y tiempos de respuestas efectivos a la entrega de pedidos a los clientes, es importante que la empresa implemente estrategias como las que se describen a continuación:

- Crear un bodega de 56 mts^2 , con capacidad para almacenar aproximadamente 70 closet resultantes del inventario final de la producción. Se crea esta estrategia con la finalidad de responder a un posible aumento de la demanda del producto en el futuro que permita garantizar la disponibilidad del producto, esta estrategia es de vital importancia, puesto que le permitirá a la empresa contar con un stock permanente de producto terminado, del cual podrá disponer al momento en que se necesite.
- Adquisición de un torno para madera y una cierra sinfín para aumentar la capacidad del proceso, ya que las operaciones que requieren de estas maquinarias, limitan la capacidad de producción. Adicionalmente, se puede optar por contratar un operario fijo para dicho proceso, y con estas herramientas se producirá 3 closet al día, para un total de 8 en toda la jornada. Con esta nueva capacidad la empresa puede responder a una demanda mensual de 192 closet. Esta estrategia es importante porque le permite a la empresa responder ante alces de la demanda, logrando la satisfacción del cliente a través de la entrega oportuna del servicio.

10. CONCLUSIONES

La realización del estudio del trabajo permitió mejorar la organización de las áreas de trabajo, reducir tiempos de producción, tiempos de espera, cuellos de botella y demoras en las operaciones y procesos, al igual que la estandarización de actividades y operaciones del mismo, permitiendo establecer un tiempo estándar de producción y la sincronización de los procesos.

Con el diseño del plan maestro de producción y la implementación de estrategias de reasignación de recursos se aumentó la capacidad productiva, manteniendo los recursos constantes y reduciendo los costos de producción, inventarios, retrasos y pérdida de clientes por incumplimiento. Así mismo, en el primer periodo del año, la empresa puede cubrir los requerimientos del mercado de dos semanas, sin necesidad de producir, lo que se traduce en un ahorro considerable para la contabilidad de la misma.

Este plan se valida con el análisis de escenarios que presenta cambios en el comportamiento de la demanda, permitiendo a los administradores la toma de decisiones estratégicas que mitiguen los efectos negativos de la alteración de variables del entorno y conduzcan a las organizaciones hacia la estabilidad en el mercado y el aumento de la productividad y de la competitividad empresarial y sectorial. De igual forma, se evidencia que mayoría de las empresas pertenecientes al sector madera y muebles, aunque cuentan con productos de buena calidad, los problemas presentes en sus sistemas de fabricación restringen la productividad y la posibilidad de abrir mercados a gran escala, debido a la poca optimización de la materia prima, organización de operaciones, bajos niveles de automatización, áreas de trabajo con mala distribución y alta generación de desperdicios en el procesamiento, entre otros.

Los factores anteriores se convierten en restricciones consecuencias de la informalidad en sus procesos operativos y gerenciales. Sin embargo, algunas empresas del sector ya han iniciado trabajos colaborativos con universidades que les permita a través de estudios de investigación, superar las deficiencias internas y afrontar los cambios del mercado con la adopción de políticas de mejoramiento productivo.

11. TRABAJOS FUTUROS

Realizado este estudio, se propone como trabajos futuros a realizar en la empresa caso de estudio los siguientes:

- La implementación de un plan que de apoyo a la programación y control de la producción, como el plan de requerimientos de material (MRP), con el cual se puedan disminuir errores en dicha programación y permita a la empresa ejercer un control sobre el nivel de inventarios y la cantidad de reproceso en el proceso productivo, teniendo control sobre los costos. Además, que ayude a la toma de decisiones estratégicas, de manera que se logre mayor respuesta a los cambios en la demanda del mercado logrando así la satisfacción del cliente.
- Debido a la presencia de defectos presentes en el producto final, tales como, mal acabado en la pintura y desviaciones en el pegado de molduras, porosidades, fisuras, polilla, desniveles, imperfecciones, deficiencias en el empalme de piezas, se propone la implementación de un plan de calidad que incluya inspecciones por parte de los operarios en cada una de las áreas de trabajo y determine el control de la producción. Debido a la falta de estos planes y controles de calidad, en la mayoría de los casos, las inconformidades son identificadas al finalizar el proceso, lo que genera reproceso. Esto puede evitarse con la aplicación de cartas de control.
- Teniendo en cuenta que la empresa carece de un sistema de salud y seguridad para garantizar un lugar de trabajo que cumpla con las condiciones de higiene y seguridad industrial, se evidencia la necesidad de creación de estas políticas e implementación.
- A nivel regional, se propone el fomento de la creación de un clúster que permita reubicar los talleres y microempresas industriales del sector madera en una sola plaza, con la finalidad educar a los propietarios y minimizar la informalidad en las que son llevadas las operaciones de los sistemas productivos de estas organizaciones. Con esta propuesta, se desarrollan ventajas competitivas y productivas en el sector, complementado con la implementación de sistemas evaluativos que garantice la mejora continua en la organización y permita un crecimiento personal, industrial y social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (OIT), O. I. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. ISBN: 92—2-307108-9.
- Acuña, J., Gonzales, M., & Eckelman, K. (2002). Implementacion de conceptos Justo a tiempo en la indudtria del mueble. *Tecnologia en Marcha* , 131-144.
- Adam, E., & Ebert, R. (1991). *Administracion de la produccion y operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. Missouri: Pearson Education.
- Anderson, D., Sweney, D., & Williams, T. (2004). *Metodos cuantitativos para los negocios* . Mexico: Pearson Prentice Hall.
- Aragon, A., & Rubio, A. (2005). Factores asociados con el exito competitivo de las Pyme industriales en España. *Universia Business Review* , 40-44.
- Cardona Henáo, M. (2013). Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo: Eficiencia para Pequeña Industria. *MM.com.*, 1-7.
- CEBRERO, A. (1993). *LA COMPETITIVIDAD AGROPECUARIA EN CONDICIONES DE APERTURACOMERCIAL*.
- Del solar, R., Chacón, I., & Ponce, M. (2008). Plan Agregado de Producción en Barrancas Madereras. *Ciencia y tecnología* , 1-17.
- Departamento Nacional de Planeación. (2007). *Documento Sectorial: Cadena Forestal, Madera y Muebles*. Bogotá.
- Everett, E., Adam, R., & J, E. (1991). *Administracion de la Produccion y las operaciones: conceptos y modelos de funcionamiento*. España: Pearson Educacion .
- FELIZZOLA, H., & LUNA, C. (2013). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Revista chilena de ingeniería*, 1-14.
- Gaither, N., & Fraizer, G. (2001). *Administración de Producción y Operaciones* (Vol. Octava Edición). Editorial.
- Galvis, N., Goenaga, Y., & Tejada, P. (2009). Meoramiento y fortalecimiento del proceso productivo en la empresa estibas y embalajes ecologicos Ltda. Barranquilla.
- Heizer, J., & Barry, R. (2004). *Principios de administracion de operaciones*. Mexico: Pearson .
- João, F., David, K., & Mariana, I. (2004). Competitividad industrial en Brasil. *Revista de la Cepal* , 93-94.
- Juran, J., & Fran, G. (2005). *Manual de control de la calidad*. España : Reverte S.A.
- KANAWATY, G. (1996). *INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO -OIT* (4 ed.). GINEBRA, SUIZA.
- Martinez , S., & Arango, S. (2012). *Análisis en la Industria de Software en Colombia: Una Mirada a la Inversión en Capacidad Innovadora. En Evaluación de las Capacidades de Innovación Tecnológica en la Industria de Software en Colombia*. Medellín : Todográficas.

- Maya, A., & Urdinola, D. (2014). Los procesos de diseño en la empresa colombiana vistos desde el Observatorio de Mobiliario Sena. *Revista el Mueble y la Madera* , 60-61.
- McFetridge, D. (1995). OMPETITIVENESS:CONCEPTS AND MEASURES.
- Miranda, F., Chamorro, A., & Rubio, S. (2007). *Introduccion a la gestion de la calidad* . Delta publicaciones .
- Ortíz Ríos, D. R., & Villareal Díaz, J. (2011). *Análisis y Mejora de los Proces de la Línea de Muebles Tapizados Para la Empresa Maximuebles*. Santander .
- Peléz, M. V. (2009). *Desarrollo de una Metodología para mejorar la Productividad del Proceso de Fabricación de Puertas de Madera*. Guayaquil- Ecuador .
- Pérez, H., & Villalobos, B. (octubre de 2010). ANÁLISIS COMPETITIVO DEL SECTOR MADERA Y MUEBLES DE LA CIUDAD DE BARRANQUILLA. *Inge-CUC*, 6, 20.
- Porter, M. (1985). *La ventaja competitiva*. Madrid- España: Ediciones Piramide.
- QUEMBA CUADROS, J. E. (2013). FACTORES QUE LIMITAN LA COMPETITIVIDAD INTERNACIONAL DE COLOMBIA.
- Render, B., Hanna, M., & Stair, R. (2006). *Metodos cuantitativos para los negocios*. pearson.
- Reyes, R. (2013). Reduccion en los tiempos de operacion en el proceso de armado de la fabrica Reyes & cia Ltda de la ciudad de Barranquilla mediante la metodologia lean seis sigma . Barranquilla.
- Rosso, F., & Caruso, J. (2000). Factores que afectan la productividad y la calidad en la produccion industrial de muebles de madera. *Revista Forest*, 63-72.
- SALAS NAVARRO, K. (2011). Análisis de la Cadena de Abastecimiento del Sector Madera y Muebles de la ciudad de Barranquilla. *Scientia et Technica*, 1-10.
- Salas, K. (Diciembre de 2011). Análisis de la Cadena de Abastecimiento del Sector Madera y Muebles de la ciudad de Barranquilla. *Scientia et Technica* , XVI(49), 229 - 238.
- Sipper, D., & Robert, B. (1998). *Planeacion y control de la produccion* . New York : McGraw-Hill.
- Tejada, E., & Rondan, A. (2003). *PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE MUEBLES EN MADERA T&T MANUFACTURAS EN MADERA LTDA*. UNIVERSIDAD DE LA SABANA , Antioquia , Medellín.